

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年10月18日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-304124

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-304124 ]

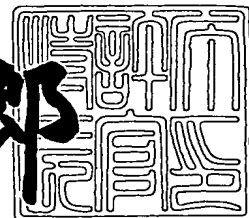
出 願 人  
Applicant(s):

大阪大学長

2003年 4月18日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3028454

【書類名】 特許願

【整理番号】 U2002P133

【提出日】 平成14年10月18日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G11B 5/00

【発明の名称】 磁性メモリ、磁性メモリアレイ、磁性メモリの製造方法、磁性メモリの記録方法、及び磁性メモリの読み出し方法

【請求項の数】 34

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府箕面市粟生間谷西1丁目4-8-203

【氏名】 山本 雅彦

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府豊中市春日町3丁目12-5-208

【氏名】 中谷 亮一

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府豊中市西緑丘2丁目2-4-442

【氏名】 遠藤 恭

【特許出願人】

【識別番号】 391016945

【氏名又は名称】 大阪大学長 岸本 忠三

【代理人】

【識別番号】 100072051

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 興作

【選任した代理人】

【識別番号】 100059258

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 暁秀

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709713

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁性メモリ、磁性メモリアレイ、磁性メモリの製造方法、磁性メモリの記録方法、及び磁性メモリの読み出し方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 円盤状の第 1 の磁性層と、この第 1 の磁性層上に形成されたリング状の第 2 の磁性層とを含む磁性体を具えることを特徴とする、磁性メモリ。

【請求項 2】 前記第 2 の磁性層の外径及び内径をそれぞれ  $D_1$  及び  $D_2$  とした場合において、 $D_2/D_1$  が  $0.1 \sim 0.8$  の範囲であることを特徴とする、請求項 1 に記載の磁性メモリ。

【請求項 3】 前記第 2 の磁性層の外径  $D_1$  は  $100\text{ nm} \sim 1500\text{ nm}$  であり、前記第 2 の磁性層の内径  $D_2$  は  $10\text{ nm} \sim 1200\text{ nm}$  であることを特徴とする、請求項 2 に記載の磁性メモリ。

【請求項 4】 前記第 1 の磁性層の厚さ及び前記第 2 の磁性層の厚さをそれぞれ  $t_1$  及び  $t_2$  とした場合において、 $t_1/t_2$  が  $1/5 \sim 5$  の範囲であることを特徴とする、請求項 1 ～ 3 のいずれか一に記載の磁性メモリ。

【請求項 5】 前記第 1 の磁性層に厚さ  $t_1$  は  $4\text{ nm} \sim 20\text{ nm}$  であり、前記第 2 の磁性層の厚さ  $t_2$  は  $4\text{ nm} \sim 20\text{ nm}$  であることを特徴とする、請求項 4 に記載の磁性メモリ。

【請求項 6】 前記第 1 の磁性層及び前記第 2 の磁性層は、室温強磁性体から構成されることを特徴とする、請求項 1 ～ 5 のいずれか一に記載の磁性メモリ。

【請求項 7】 前記第 2 の磁性層中の磁化の向きが、前記第 2 の磁性層のリング状の膜面に沿って右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）であることを特徴とする、請求項 1 ～ 6 のいずれか一に記載の磁性メモリ。

【請求項 8】 前記磁性体の外周部を切り欠いたことを特徴とする、請求項 1 ～ 7 のいずれか一に記載の磁性メモリ。

【請求項 9】 前記磁性体の外周部における切り欠き部の高さを  $h$  とし、前記磁性体の外径を  $H$  とした場合において、前記切り欠き部の高さ  $h$  と前記外径  $H$  との比 ( $h/H$ ) が  $0.006$  以上であることを特徴とする、請求項 8 に記載の磁性メモリ。

【請求項 1 0】 前記磁性体上において、非磁性層を介してリング形状の膜面を有する第 3 の磁性層を設けたことを特徴とする、請求項 1 ～ 9 のいずれか一に記載の磁性メモリ。

【請求項 1 1】 前記第 3 の磁性層の厚さ  $t_3$  が 5 nm ～ 2 0 nm であることを特徴とする、請求項 1 0 に記載の磁性メモリ。

【請求項 1 2】 前記第 3 の磁性層は室温強磁性体から構成されたことを特徴とする、請求項 1 0 又は 1 1 に記載の磁性メモリ。

【請求項 1 3】 前記第 3 の磁性層の、前記磁性体と対向する主面と隣接するようにして反強磁性層を設けたことを特徴とする、請求項 1 0 ～ 1 2 のいずれか一に記載の磁性メモリ。

【請求項 1 4】 前記第 3 の磁性層は、前記リング状の膜面に沿って右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）に磁化されていることを特徴とする、請求項 1 0 ～ 1 3 のいずれか一に記載の磁性メモリ。

【請求項 1 5】 前記第 3 の磁性層における磁化の向きが固定されていることを特徴とする、請求項 1 3 又は 1 4 に記載の磁性メモリ。

【請求項 1 6】 請求項 1 ～ 1 5 のいずれか一に記載の磁性メモリを複数規則的に配列してなることを特徴とする、磁性メモリアレイ。

【請求項 1 7】 所定の基板を準備する工程と、

前記基板の主面上に円形の開口部を有するマスクを形成する工程と、

前記基板を回転させながら、前記基板の前記主面に対して、前記主面の法線方向から所定の角度で傾斜するようにして磁性粒子を入射させ、円盤状の第 1 の磁性層上にリング状の第 2 の磁性層が形成されてなる磁性体を形成することを特徴とする、磁性メモリの製造方法。

【請求項 1 8】 前記磁性粒子の、前記基板の前記主面の法線方向からの傾斜角度が 3 0 度 ～ 6 0 度であることを特徴とする、請求項 1 7 に記載の磁性メモリの製造方法。

【請求項 1 9】 円盤状の第 1 の磁性層とリング状の第 2 の磁性層とを積層して磁性体を形成する工程と、

前記磁性体に対して外部磁場を印加することにより、前記第 1 の磁性層を渦状

に磁化させる工程と、

前記第 1 の磁性層の前記渦状磁化を核として、前記第 2 の磁性層をそのリング状の膜面に沿って右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）に磁化させて 0 又は 1 の情報を記録するようにしたことを特徴とする、磁性メモリの記録方法。

【請求項 2 0】 前記第 2 の磁性層の外径及び内径をそれぞれ  $D_1$  及び  $D_2$  とした場合において、 $D_2/D_1$  を 0.1～0.8 の範囲に設定したことを特徴とする、請求項 1 9 に記載の磁性メモリの記録方法。

【請求項 2 1】 前記第 2 の磁性層の外径  $D_1$  を 100 nm～1500 nm に設定し、前記第 2 の磁性層の内径  $D_2$  を 10 nm～1200 nm に設定することを特徴とする、請求項 2 0 に記載の磁性メモリの記録方法。

【請求項 2 2】 前記第 1 の磁性層の厚さ及び前記第 2 の磁性層の厚さをそれぞれ  $t_1$  及び  $t_2$  とした場合において、 $t_1/t_2$  を 1/5～5 の範囲に設定することを特徴とする、請求項 1 9～2 1 のいずれか一に記載の磁性メモリの記録方法。

【請求項 2 3】 前記第 1 の磁性層に厚さ  $t_1$  を 4 nm～20 nm に設定し、前記第 2 の磁性層の厚さ  $t_2$  を 4 nm～20 nm に設定することを特徴とする、請求項 2 2 に記載の磁性メモリの記録方法。

【請求項 2 4】 前記第 1 の磁性層及び前記第 2 の磁性層は、室温強磁性体から構成することを特徴とする、請求項 1 9～2 3 のいずれか一に記載の磁性メモリの記録方法。

【請求項 2 5】 前記磁性体の外周部を切り欠いたことを特徴とする、請求項 1 9～2 4 のいずれか一に記載の磁性メモリの記録方法。

【請求項 2 6】 前記磁性体の外周部における切り欠き部の高さを  $h$  とし、前記磁性体の外径を  $H$  とした場合において、前記切り欠き部の高さ  $h$  と前記外径  $H$  との比 ( $h/H$ ) が 0.006 以上であることを特徴とする、請求項 2 5 に記載の磁性メモリの記録方法。

【請求項 2 7】 円盤状の第 1 の磁性層とリング状の第 2 の磁性層とを積層して磁性体を形成する工程と、

前記磁性体上において、非磁性層を介してリング状の膜面を有する第 3 の磁性

層を設けるとともに、前記第 3 の磁性層を前記リング状の膜面に沿って右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）に磁化し、前記第 2 の磁性層をそのリング状の膜面に沿って右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）に磁化させて記録した 0 又は 1 の情報を、前記第 3 の磁性層における磁化の向きと前記第 2 の磁性層における磁化の向きとの相対的位置関係に依存した抵抗値に基づく電流値変化から読み出すようにしたことを特徴とする、磁性メモリの読み出し方法。

【請求項 2 8】 前記第 3 の磁性層の、前記磁性体と対向する主面と隣接するようにして反強磁性層を設け、前記第 3 の磁性層の磁化の向きを固定したことを特徴とする、請求項 2 7 に記載の磁性メモリの読み出し方法。

【請求項 2 9】 前記第 2 の磁性層の外径及び内径をそれぞれ  $D1$  及び  $D2$  とした場合において、 $D2/D1$  を  $0.1 \sim 0.8$  の範囲に設定することを特徴とする、請求項 2 7 又は 2 8 に記載の磁性メモリの読み出し方法。

【請求項 3 0】 前記第 2 の磁性層の外径  $D1$  を  $100\text{ nm} \sim 1500\text{ nm}$  に設定し、前記第 2 の磁性層の内径  $D2$  を  $10\text{ nm} \sim 1200\text{ nm}$  に設定することを特徴とする、請求項 2 9 に記載の磁性メモリの読み出し方法。

【請求項 3 1】 前記磁性体の外周部を切り欠いたことを特徴とする、請求項 2 7 ～ 3 0 のいずれか一に記載の磁性メモリの読み出し方法。

【請求項 3 2】 前記磁性体の外周部における切り欠き部の高さを  $h$  とし、前記磁性体の外径を  $H$  とした場合において、前記切り欠き部の高さ  $h$  と前記外径  $H$  との比 ( $h/H$ ) が  $0.006$  以上であることを特徴とする、請求項 3 1 に記載の磁性メモリの読み出し方法。

【請求項 3 3】 前記第 1 の磁性層の厚さ  $t1$  を  $4\text{ nm} \sim 20\text{ nm}$  に設定し、前記第 2 の磁性層の厚さ  $t2$  を  $4\text{ nm} \sim 20\text{ nm}$  に設定し、前記第 3 の磁性層の厚さ  $t3$  を  $5\text{ nm} \sim 20\text{ nm}$  に設定することを特徴とする、請求項 2 7 ～ 3 2 のいずれか一に記載の磁性メモリの読み出し方法。

【請求項 3 4】 前記第 1 の磁性層、前記第 2 の磁性層、及び前記第 3 の磁性層は室温強磁性体から構成することを特徴とする、請求項 2 7 ～ 3 3 のいずれか一に記載の磁性メモリの読み出し方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マグネティック・ランダム・アクセス・メモリ（MRAM）として好適に用いることのできる不揮発性の磁性メモリ及び磁性メモリアレイ、並びにその製造方法に関し、さらには前記磁性メモリに対する情報の記録方法及び読み出し方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

種々の電子機器が宇宙空間などの特殊な環境下で用いられるようになり、このため放射線などに晒されても記録された情報が失われることのない記録装置の確立が求められている。かかる観点より、放射線などに対する耐性が高く、情報の不揮発性を有するとともに、簡単な構造の磁性メモリセルを有するMRAMの開発が盛んに進められている。

【 0 0 0 3 】

従来の磁性メモリセルは長方形状を呈し、その磁化の向きに応じて0又は1の情報を記録するようにしている。しかしながら、このような磁性メモリセルにおいては、その形状に起因して前記磁化に起因した磁束がセル外部へ漏洩してしまっていた。一方で、MRAMの記録容量を増大させるべく、複数の磁性メモリセルを高密度で配列する試みがなされているが、この場合においては、上述した漏洩磁界によって隣接する磁性メモリセルに対して甚大な影響を与えてしまい、結果的に実用的な高密度MRAMを得ることはできないでいた。

【 0 0 0 4 】

このような観点から、本発明者らは、磁性メモリの形状をリング形状とし、前記磁性メモリを前記リング形状に沿って右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）に渦状に磁化させ、これら磁化の向きに応じて0又は1の情報を記録するようにした磁性メモリを開発した（特願2002-73681参照）。

【 0 0 0 5 】

この場合においては、前記磁性メモリから磁束が漏洩しないため、これら磁性メモリを高密度に配列して例えばMRAMを作製した場合においても、漏洩磁界



が隣接する磁性メモリに悪影響を与えないため、前記磁性メモリを高密度に集積することができるようになる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したリング状の磁性メモリでは、その内周壁の存在により磁壁移動が妨げられ、磁化反転が容易に行われれないという問題がある。また、磁化の向きを右回り及び左回りの状態に制御するためには、Journal of Applied Physics、87巻、9号、6668-6673ページ（2001年）に述べられているように、膜面垂直方向に電流を流し、リングを中心とした回転磁界を発生する必要がある。したがって、上述したリング状の磁性メモリの磁化状態の制御は極めて困難かつ複雑であり、実用的な磁性メモリとして使用することができないでいた。

【0007】

本発明は、右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）の渦状磁化を簡易に生成することができ、前記渦状磁化の向きに応じて情報を安定的に記録できるようにした磁性メモリ及び磁性メモリアレイを提供することを目的とする。さらには、前記磁性メモリの製造方法、並びに前記磁性メモリに対する情報の記録方法及び再生方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成すべく、本発明は、円盤状の第1の磁性層と、この第1の磁性層上に形成されたリング状の第2の磁性層とを含む磁性体を具えることを特徴とする、磁性メモリに関する。

【0009】

本発明者らは、上記目的を達成すべく鋭意検討を行なった。その結果、リング状の磁性層を円盤状の磁性層に隣接させて形成した、具体的には前記リング状に磁性層を前記円盤状に磁性層上に形成してなる磁性体から磁性メモリを構成し、前記磁性体に対して外部磁場を印加することにより、前記円盤状の磁性体が渦状に磁化することを見出した。そして、前記渦状磁化が核となり、前記リング状の

磁性層中において、その膜面に平行に右回り（時計回り）及び左回り（反時計回り）の渦状磁化を簡易に形成できることを見出した。

【0 0 1 0】

また、外部磁場の極性を変化させれば、前記円盤状の磁性体中に生成する前記渦状磁化の方向を変えることができ、これによって前記リング状磁性層中の渦状磁化の向きを右回り（時計回り）から左回り（反時計回り）、あるいは左回り（反時計回り）から右回り（時計回り）に簡易に変えることができるようになる。したがって、前記リング状磁性層の、前記渦状磁化の磁化方向に対応させて0又は1の情報を対応させれば、実用的な磁性メモリとして提供することができるようになる。

【0 0 1 1】

さらに、本発明に磁性メモリはリング状の磁性層を含む磁性体から構成されるので、前述した渦状磁化に基づく漏洩磁界が発生しない。したがって、前記磁性層を含む磁性メモリを高密度に配列して、磁性メモリアレイを作製した場合においても、隣接する磁性メモリ同士が前記漏洩磁界によって影響を受けることはない。したがって、実用に供することのできる高密度な磁性メモリアレイを提供することができるようになる。

【0 0 1 2】

また、本発明の好ましい態様においては、前記磁性メモリを構成する前記磁性体の外周部を切り欠いて構成する。これによって、前記リング状の磁性層中に右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）の渦状磁化をより簡易に生ぜしめることができ、前記渦状磁化の方向をより簡易に制御して0又は1の情報の記録動作を行なうことのできる実用的な磁性メモリを提供できるようになる。

【0 0 1 3】

本発明の磁性メモリのその他の特徴、並びに、本発明の製造方法、本発明の磁性メモリの記録方法及び読み出し方法については、以下の発明の実施の形態において詳細に説明する。

【0 0 1 4】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を発明の実施の形態に則して詳細に説明する。

図 1 は、本発明の磁性メモリを構成する磁性体の一例を示す上平面図であり、図 2 は、図 1 に示す磁性体を A-A 線に沿って切った場合の断面図である。図 1 及び図 2 に示す磁性体 110 は、円盤状の第 1 の磁性層 101 と、この磁性層上に形成されたリング状の第 2 の磁性層 102 とを含んでいる。

#### 【0015】

第 2 の磁性層 102 の外径  $D1$  と内径  $D2$  との比 ( $D2/D1$ ) は、 $0.1 \sim 0.8$  であることが好ましく、さらには  $0.3 \sim 0.6$  であることが好ましい。これによって、磁性体 110 に対して外部磁場が印加された際に、第 2 の磁性体 102 の内周壁の影響を受けることなく磁壁が容易に行なわれるようになるので、第 2 の磁性体 102 中に、第 1 の磁性層 101 内に生成した渦状磁化を核とした、膜面に平行な渦状磁化を簡易に形成することができるとともに、その方向性を簡易に制御できるようになる。

#### 【0016】

具体的に、第 2 の磁性層 102 の外径  $D1$  は  $100\text{ nm} \sim 1500\text{ nm}$  であることが好ましく、第 2 の磁性層 102 の内径  $D2$  は  $10\text{ nm} \sim 1200\text{ nm}$  であることが好ましい。

また、第 1 の磁性層 101 の厚さ  $t1$  と第 2 の磁性層の厚さ  $t2$  との比 ( $t1/t2$ ) は、 $1/5 \sim 5$  であることが好ましく、さらには  $1/2 \sim 2$  であることが好ましい。これによって、第 1 の磁性層 101 と第 2 の磁性層 102 との磁気的な結合性が良好となり、第 2 の磁性体 102 中に、第 1 の磁性層 101 内に生成した渦状磁化を核とした、膜面に平行な渦状磁化を簡易に形成することができるとともに、その方向性を簡易に制御できるようになる。

#### 【0017】

具体的に、第 1 の磁性層 101 の厚さ  $t1$  は  $4\text{ nm} \sim 20\text{ nm}$  であることが好ましく、第 2 の磁性層 102 の厚さ  $t2$  は  $4\text{ nm} \sim 20\text{ nm}$  であることが好ましい。

#### 【0018】

第 1 の磁性層 101 及び第 2 の磁性層 102 は、例えば  $\text{Ni-Fe}$ 、 $\text{Ni-F}$

e-Co、Co-Fe 及び Ni-Fe-Co などの室温強磁性体から構成することができる。なお、室温強磁性体とは、室温において強磁性的性質を示す磁性体を意味し、上述した磁性材料の他に公知の磁性材料を含むことができる。

#### 【0019】

図1及び図2に示す磁性メモリは次のようにして作製することができる。図3～図6は、本発明の磁性メモリの製造方法を説明するための工程図である。

#### 【0020】

最初に、図1に示すように、所定の基板201を準備し、この基板の主面202上に円形の開口部203を有するレジストパターンからなるマスク204を形成する。次いで、基板201を所定の速度、例えば60rpmなる速度で回転させながら、マスク204の開口部203内に、基板201の主面202の法線方向Nから角度 $\theta$ だけ傾斜するようにして磁性粒子205を入射させる。すると、図4及び図5に示すように、磁性粒子205は、基板201の主面202上及びマスク203の開口部204の側壁面上に堆積するようになる。

#### 【0021】

次いで、磁性粒子205が開口部204内に所定量堆積した後、マスク204をアセトンなどの溶剤で溶かすと、図6に示すように、円盤状の第1の磁性体207上にリング状の第2の磁性体209が積層された磁性体210を得る。

#### 【0022】

磁性粒子205は、真空蒸着法及びスパッタリング法などの公知の手法を用いて生成することができる。なお、角度 $\theta$ は30度～60度に設定することが好ましい。これによって、磁性粒子205を主面202上及び開口部204の側壁面上に効率良く堆積させることができ、目的とする磁性体210を簡易に得ることができる。

#### 【0023】

図7は、本発明の磁性メモリを構成する磁性体の他の例を示す上平面図であり、図8は、図7に示す磁性体をB-B線に沿って切った場合の断面図である。図7及び図8に示す本発明の磁性体310は、円盤状の第1の磁性層301と、この磁性層上に形成されたリング状の第2の磁性層302とを含んでいる。また、

磁性体 3 1 0、すなわち第 1 の磁性層 3 0 1 及び第 2 の磁性層 3 0 2 の外周部は切り欠かれている。

【 0 0 2 4 】

磁性体 3 1 0 の外周部を切り欠くように構成することにより、リング状の第 2 の磁性層 3 0 2 中に右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）の渦状磁化をより簡易に生ぜしめることができ、前記渦状磁化の方向をより簡易に制御して 0 又は 1 の情報の記録動作を良好に行なうことのできるようになる。

【 0 0 2 5 】

また、切り欠き部 3 0 5 の高さ  $h$  は、磁性体 3 1 0 の外径  $H$  に対して  $(h/H)$  が 0. 0 0 6 以上となるようにすることが好ましい。さらに、前記比  $(h/H)$  の上限は特に規定されるものではないが、0. 2 であることが好ましい。前記比を 0. 2 を超えて大きくしても、上述した作用効果のさらなる向上を図ることができないとともに、第 2 の磁性層 3 0 2 中に上述した渦状の磁化を生成させることができず、磁性体 3 1 0 を磁性メモリとして使用できなくなる場合がある。

【 0 0 2 6 】

なお、図 7 及び図 8 に示す磁性体 3 1 0 の第 1 の磁性体 3 0 1 及び第 2 の磁性体 3 0 2 に要求される特性は、上述した図 7 及び図 8 に示すものと同様である。

【 0 0 2 7 】

図 9 は、図 7 及び図 8 に示す磁性体を含む磁性メモリの具体的な態様を示す上平面図であり、図 1 0 は、図 9 に示す磁性メモリを C - C 線に沿って切った場合の断面図である。

【 0 0 2 8 】

図 9 及び図 1 0 に示す磁性メモリ 4 2 0 は、円盤状の第 1 の磁性層 4 0 1 及びリング状の第 2 の磁性層 4 0 2 が積層してなる磁性体 4 1 0 上において、リング状の非磁性層 4 0 3 を介してリング状の第 3 の磁性層 4 0 4 が形成されるとともに、第 3 の磁性層 4 0 4 上においてリング状の反強磁性層 4 0 5 が形成されている。非磁性層 4 0 3 から反強磁性層 4 0 5 は磁性体 4 1 0 と同心円状に積層されている。

【 0 0 2 9 】

磁性体 4 1 0 は、図 7 及び図 8 に示すものと同様であり、上述したような特性を満足する。したがって、磁性体 4 1 0 を構成する第 1 の磁性層 4 0 1 の厚さ  $t_1$  及び第 2 の磁性層 4 0 2 の厚さ  $t_2$  を、上述したように、それぞれ  $4\text{ nm} \sim 20\text{ nm}$  及び  $4\text{ nm} \sim 20\text{ nm}$  に設定した場合においては、第 3 の磁性層 4 0 4 の厚さ  $t_3$  は  $5\text{ nm} \sim 20\text{ nm}$  に設定することが好ましい。これによって、以下に示す読み出し操作を良好に行なうことができる。

#### 【 0 0 3 0 】

第 3 の磁性層 4 0 4 は、第 1 の磁性層 4 0 1 及び第 2 の磁性層 4 0 2 と同様に室温強磁性体から構成することができる。非磁性層 4 0 3 は、Cu、Ag、及び Au などの非磁性材料から構成することができ、反強磁性層 4 0 5 は Mn-Ir、Mn-Pt、及び Fe-Mn などの反強磁性材料から構成することができる。なお、非磁性層 4 0 3 の厚さ及び反強磁性層 4 0 5 の厚さは、それぞれ磁性体 4 1 0 及び第 3 の磁性層 4 0 4 間を磁氣的に分断できるように、さらには第 3 の磁性層 4 0 4 中の磁化を交換結合を通じて磁氣的に固定できるように適宜に設定する。

#### 【 0 0 3 1 】

図 9 及び図 1 0 に示す磁性メモリに対する記録は以下のようにして実行する。図 1 1 は、外部磁場が印加された際の第 1 の磁性層 4 0 1 の磁化状態を概略的に示したものであり、図 1 2 は、そのときの第 2 の磁性層 4 0 2 の磁化状態を概略的に示したものである。なお、図中、矢印は磁化方向を表す。

#### 【 0 0 3 2 】

図 9 及び図 1 0 に示す磁性メモリ 4 2 0 に対して外部磁場が印加されると、図 7 から明らかなように、その極性に応じて円盤状の第 1 の磁性層 4 0 1 内には右回り（時計回り）（図 1 1（a））又は左回り（反時計回り）（図 1 1（b））の渦状磁化  $X_1$  及び  $X_2$  が生成される。このとき、第 1 の磁性層 4 0 1 と第 2 の磁性層 4 0 2 とは磁氣的に結合しているため、リング状の第 2 の磁性層 4 0 2 中には、第 1 の磁性層 4 0 1 中に生成された渦状磁化を核として、前記渦状磁化と同方向に、その膜面と平行になるようにして右回り（時計回り）（図 1 2（a））又は左回り（反時計回り）（図 1 2（b））の渦状磁化  $Y_1$  及び  $Y_2$  が生成さ

れる。したがって、第 2 の磁性層 4 0 2 中に渦状磁化を簡易に形成することができる。

【0 0 3 3】

また、第 1 の磁性層 4 0 1 中の渦状磁化 X 1 及び X 2 は、外部磁場の極性に依りて容易にスイッチングすることができるので、第 2 の磁性層 4 0 2 中に渦状磁化 Y 1 及び Y 2 も容易にスイッチングすることができる。したがって、第 2 の磁性層 4 0 2 中における渦状磁化の磁化方向を簡易に制御することができる。その結果、第 2 の磁性層 4 0 2 の渦状磁化 Y 1 及び Y 2 に対応するように、0 又は 1 の情報を記憶させておくことにより、所定の情報を安定的に記憶させることができる実用的な磁性メモリを提供できるようになる。

【0 0 3 4】

第 2 の磁性層 4 0 2 に記憶された情報は以下のようにして読み出す。第 3 の磁性層 4 0 4 の磁化は、反強磁性層 4 0 5 との交換結合により所定の方向に固定されている。例えば、第 3 の磁性層 4 0 4 内において、右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）に固定されている。このとき、第 2 の磁性層 4 0 2 中の渦状磁化の磁化方向が右方向（時計回り）又は左方向（反時計回り）であるか否かによって磁性メモリ 4 2 0 の電気抵抗が異なる。

【0 0 3 5】

すなわち、第 2 の磁性層 4 0 2 の磁化方向と第 3 の磁性層の磁化方向とが同一（平行）である場合、磁性メモリ 4 2 0 の電気抵抗は最低となり、第 2 の磁性層 4 0 2 の磁化方向と第 3 の磁性層の磁化方向とが逆（反平行）である場合、磁性メモリ 4 2 0 の電気抵抗は最大となる。したがって、第 3 の磁性層 4 0 4 を所定方向に磁化させておき、第 2 の磁性層 4 0 2 中に記録動作を実施した後、磁性メモリ 4 2 0 の抵抗変化に起因した電流値の変化を読み取ることによって、第 2 の磁性層 4 0 2 中に記録した情報を読み出すことができるようになる。

【0 0 3 6】

【実施例】

円盤状の第 1 の磁性層及びリング状の第 2 の磁性層を、Ni-20at%Fe 合金からそれぞれ厚さ 8 nm 及び 16 nm に形成し、第 2 の磁性層の外径及び内

径をそれぞれ500nm及び300nmに設定して、図1及び図2に示すような磁性体を作製した。このようにして得た磁性体に対して所定の磁場を印加し、第1の磁性体及び第2の磁性体の磁化状態がどのようにして変化するのかについてシミュレーションした。図13及び図14にシミュレーション結果を示す。

#### 【0037】

図13から明らかなように、印加磁場を-3000Oeから増大させていくことにより、第2の磁性層中に右回り（時計方向）の磁化が誘起され、1700e程度の印加磁場において、前記第2の磁性層中に右方向（時計方向）の渦状磁化が生成されることが確認された。また、図14から同じ1700eの磁場印加において、右回り（時計方向）の渦状磁化が生成されていることが判明した。したがって、前記第2の磁性層中の渦状磁化は、前記第1の磁性層中に生成した渦状磁化を核として生成されていることが分かる。

#### 【0038】

以上、具体例を示しながら発明の実施の形態に則して本発明を説明してきたが、本発明は上記内容に限定されるものではなく、本発明の範疇を逸脱しない範囲において、あらゆる変形や変更が可能である。

#### 【0039】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）の渦状磁化を簡易に生成することができ、前記渦状磁化の向きに応じて情報を安定的に記録できるようにした磁性メモリ及び磁性メモリアレイを提供することを目的とする。さらには、前記磁性メモリの製造方法、並びに前記磁性メモリに対する情報の記録方法及び再生方法を提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の磁性メモリを構成する磁性体の一例を示す上平面図である。

【図2】 図1に示す磁性体をA-A線に沿って切った場合の断面図である。

【図3】 本発明の磁性メモリの製造方法を説明するための一工程図である。

【図4】 図3に示す工程の次の工程を示す図である。

【図5】 図4に示す工程の次の工程を示す図である。



【図 6】 図 5 に示す工程の次の工程を示す図である。

【図 7】 本発明の磁性メモリを構成する磁性体の他の例を示す上平面図である。

【図 8】 図 7 に示す磁性体を B - B 線に沿って切った場合の断面図である。

【図 9】 図 7 及び図 8 に示す磁性体を含む磁性メモリの具体的な態様を示す上平面図である。

【図 1 0】 図 9 に示す磁性メモリを C - C 線に沿って切った場合の断面図である。

【図 1 1】 外部磁場が印加された際の第 1 の磁性層の磁化状態の概略図である。

【図 1 2】 外部磁場が印加された際の第 2 の磁性層の磁化状態の概略図である。

【図 1 3】 磁性メモリを構成する磁性体における第 2 の磁性層の磁化のスイッチング過程を示すシュミレーション図である。

【図 1 4】 磁性メモリを構成する磁性体における第 1 の磁性層の磁化のスイッチング過程を示すシュミレーション図である。

【符号の説明】

1 0 1、3 0 1、4 0 1 第 1 の磁性層

1 0 2、3 0 2、4 0 2 第 2 の磁性層

1 1 0、3 1 0、4 1 0 磁性体

3 0 5 切り欠き部

4 0 3 非磁性層

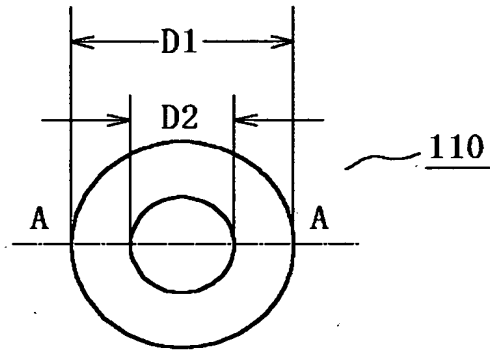
4 0 4 第 3 の磁性層

4 0 5 反強磁性層

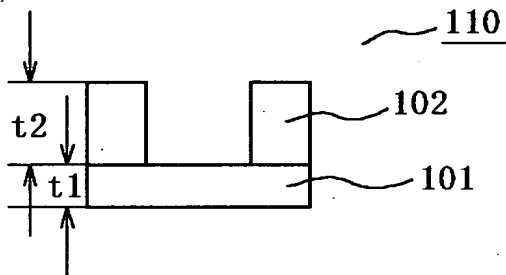
4 2 0 磁性メモリ

【書類名】 図面

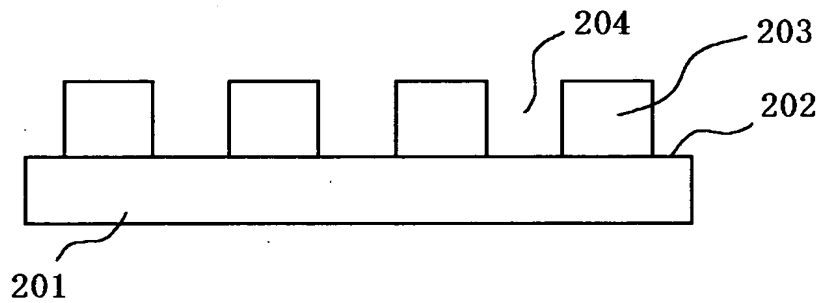
【図 1】



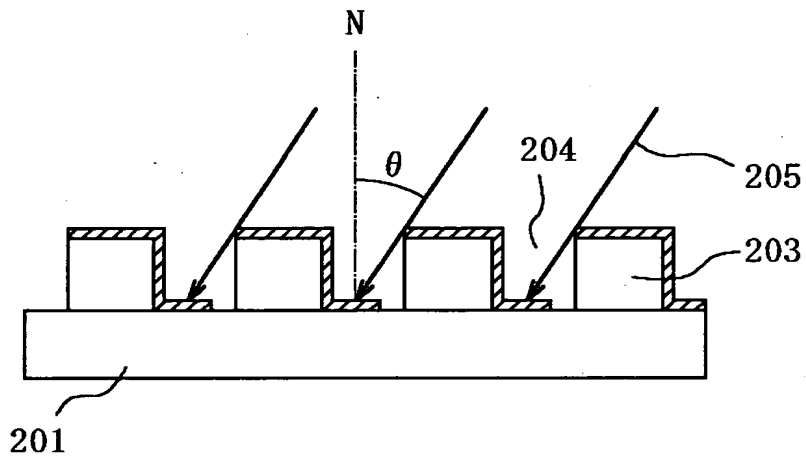
【図 2】



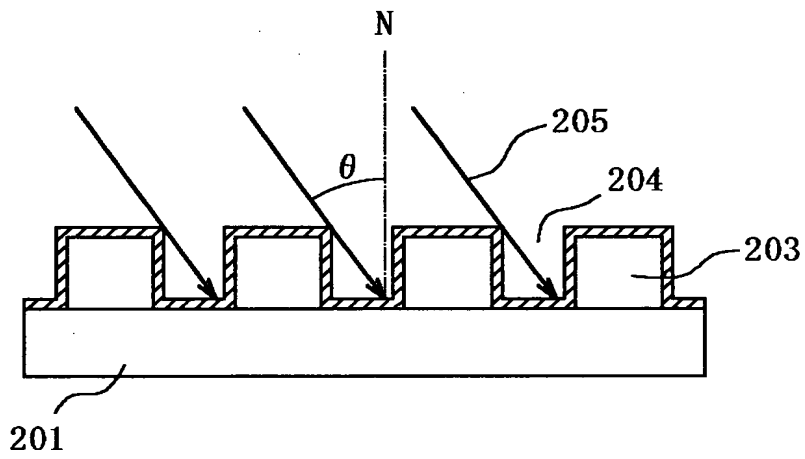
【図 3】



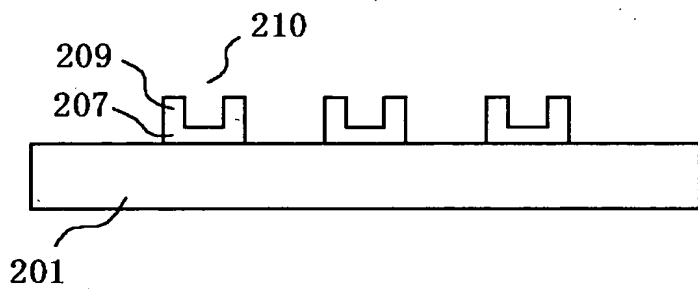
【図 4】



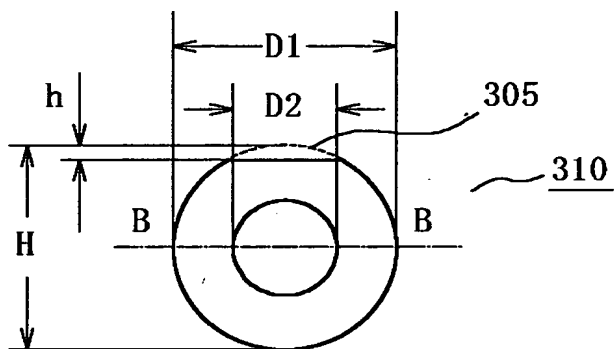
【図 5】



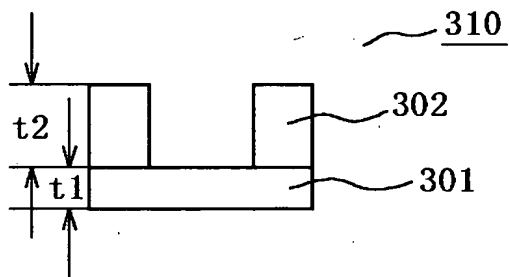
【図 6】



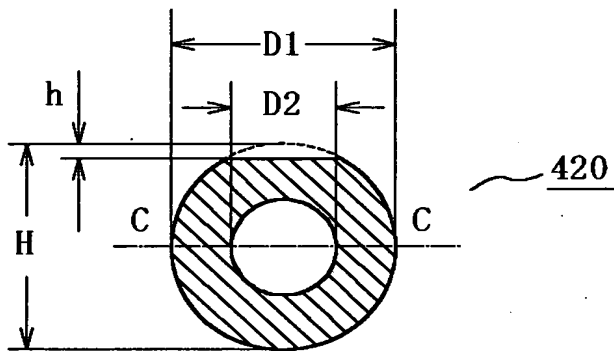
【図 7】



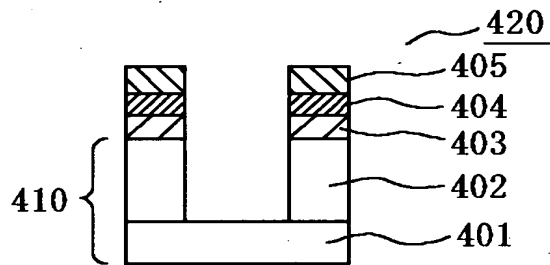
【図 8】



【図 9】

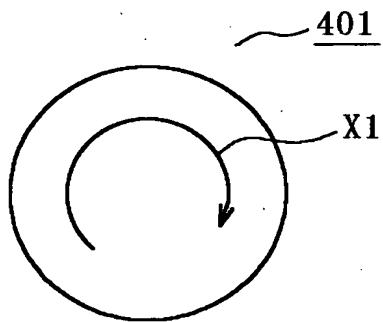


【図 1 0】

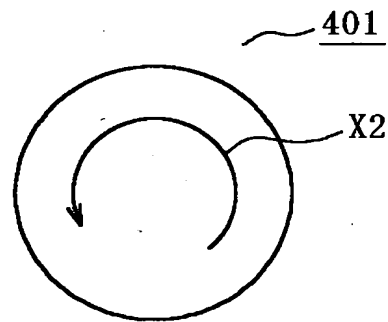


【図 1 1】

(a)

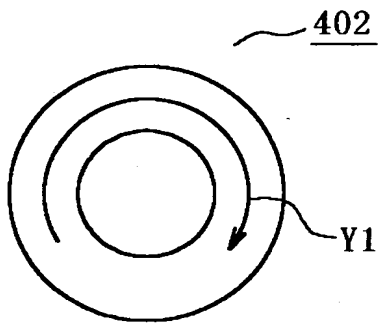


(b)

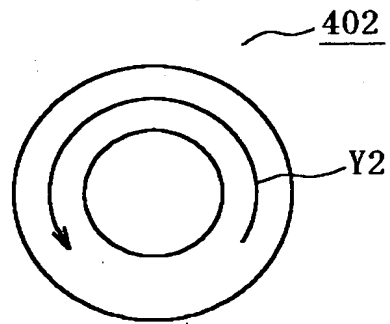


【図 1 2】

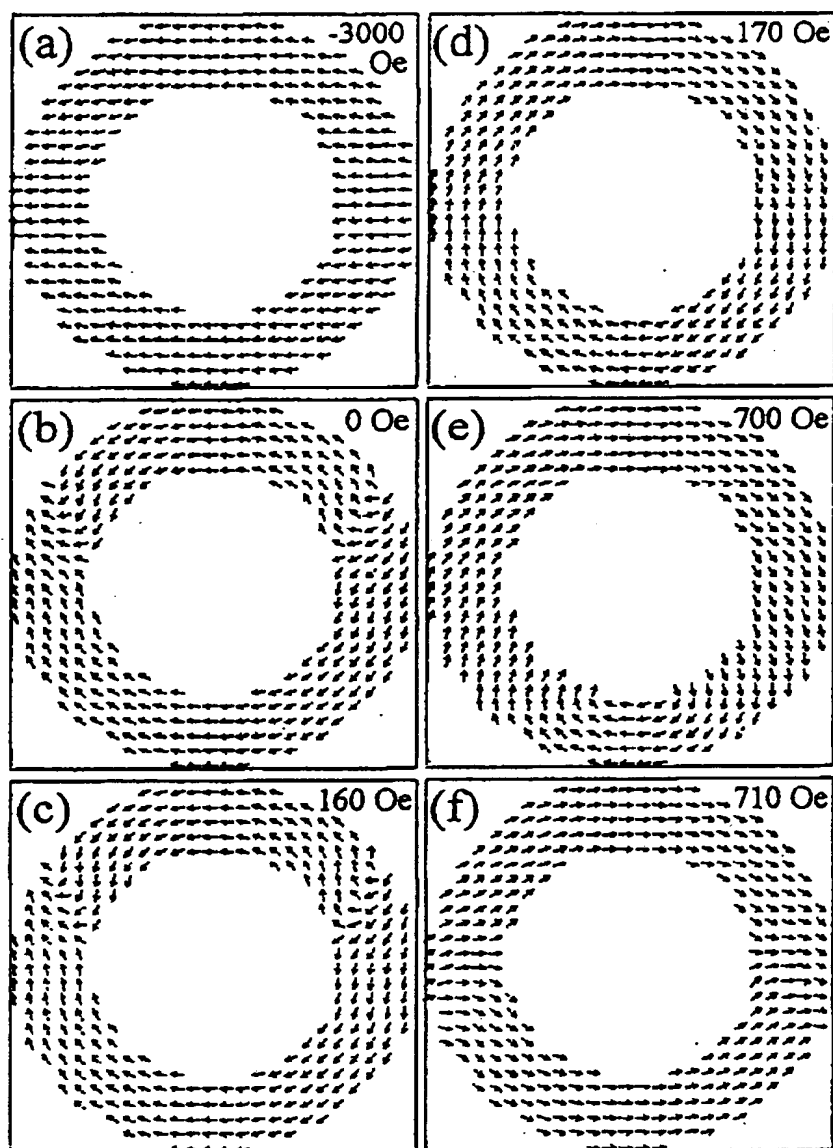
(a)



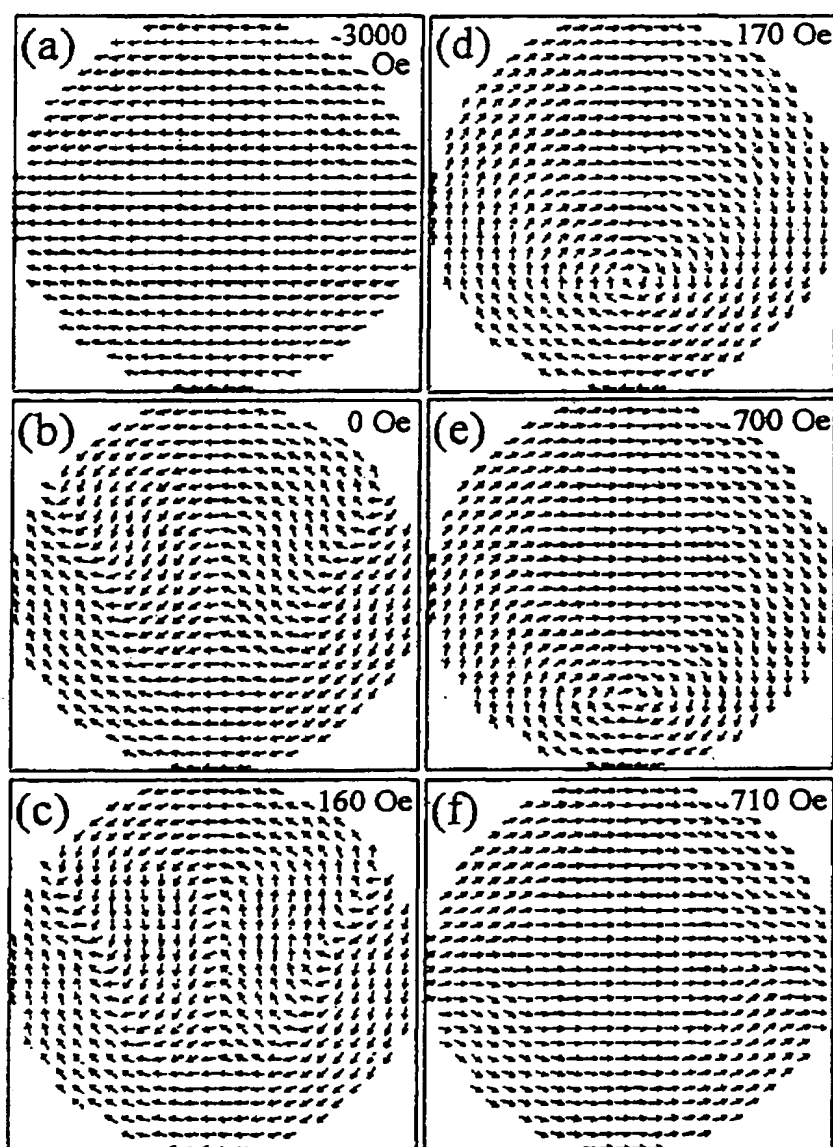
(b)



【図 1 3】



【図 14】





【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）の渦状磁化を簡易に生成することができ、前記渦状磁化の向きに応じて情報を安定的に記録できるようにした磁性メモリ及び磁性メモリアレイを提供する。

【解決手段】    円盤状の第1の磁性層101と、この第1の磁性層101上に形成されたリング状の第2の磁性層102とを含む磁性体110から磁性メモリを構成する。

【選択図】            図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 0 4 1 2 4
受付番号	5 0 2 0 1 5 7 0 7 6 9
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0 0 9 7
作成日	平成 1 4 年 1 0 月 2 1 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	391016945
【住所又は居所】	大阪府吹田市山田丘 1 番 1 号
【氏名又は名称】	大阪大学長

【代理人】

申請人

【識別番号】	100072051
【住所又は居所】	東京都千代田区霞が関 3 - 2 - 4 霞山ビル 7 階
【氏名又は名称】	杉村 興作

【選任した代理人】

【識別番号】	100059258
【住所又は居所】	東京都千代田区霞が関 3 - 2 - 4 霞山ビル 7 階
【氏名又は名称】	杉村 暁秀

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [391016945]

1. 変更年月日	1991年 1月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府吹田市山田丘1番1号
氏 名	大阪大学長